Andrzej MARCINIAK

ANALIZA ROZWIĄZAŃ AUTOMATYCZNYCH SYSTEMÓW GAŚNICZYCH W POJAZDACH SAMOCHODOWYCH

W artykule zawarto analizę rozwiązań automatycznych systemów gaśniczych stosowanych w pojazdach samochodowych. Pożary pojazdów samochodowych nie występują tak często jak pożary obiektów budowlanych, jednakże w przypadku zaistnienia takiej sytuacji stwarzają zagrożenie dla ludzi i środowiska. Współczesny pojazd samochodowy to konglomerat materiałów palnych takich jak paliwo, inne ciecze palne oraz stałe materiały wyposażenia takie jak polimery i inne tworzywa sztuczne. Artykuł stanowi próbę usystematyzowania oraz analizy stosowanych obecnie urządzeń gaśniczych. Analiza obejmuje stosowane środki gaśnicze oraz przegląd wybranych rozwiązań technicznych poszczególnych systemów.

WSTĘP

Pożary pojazdów samochodowych są zagrożeniem dla ich użytkowników i otoczenia, przynoszą również istotne straty ekonomiczne. Częstotliwość występowania pożarów samochodów związana jest z poziomem kultury technicznej użytkowników, pracowników serwisu i producentów. Pożar pojazdu może wystąpić w warunkach normalnej eksploatacji oraz w sytuacji zdarzenia drogowego. W tej drugiej sytuacji pożar bardzo często jest czynnikiem powodującym bezpośrednio ofiary śmiertelne, które o własnych siłach nie mogą opuścić uszkodzonego pojazdu. Złożoność oraz różnorodność stosowanych obecnie materiałów konstrukcyjnych i wyposażeniowych (polimery, stopy aluminium) powodują, że wzrasta znacznie dynamika rozwoju i rozprzestrzeniania powstałego pożaru. Powyższy problem jest zauważany przez producentów, którzy w niektórych rodzajach pojazdów montują urządzenia i systemy gaśnicze. W polskich unormowaniach i przepisach prawnych wymagany wyposażeniem gaśniczym pojazdu są przede wszystkim gaśnice przenośne. Brakuje jednakże jednolitego systemu oceny skuteczności stosowanych środków i systemów w przypadku aplikacji ich w różnych rodzajach automatycznych urządzeń gaśniczych stosowanych w pojazdach oraz formalnych unormowań i standardów projektowych. Osobnym zagadnieniem są również pożary samochodów ciężarowych przewożących materiały palne lub pożarowo niebezpieczne. Celem niniejszego artykułu jest analiza stosowanych rozwiązań w zależności od użytego środka gaśniczego jako podstawy do oceny skuteczności zastosowanego urządzenia.

1. PRZYCZYNY ORAZ ROZWÓJ POŻARU W POJAZDACH SAMOCHODOWYCH

W okresie ostatnich dziesięciu lat nastąpił znaczący wzrost liczby pojazdów samochodowych poruszających się po polskich drogach. W ujęciu statystycznym przedstawiono to na rys.1.

Pożary samochodów stanowią niecałe 5% ogólnej liczby wszystkich pożarów. W analizowanym okresie 2007-2016 (Rys. 2) liczba ta zbliżona jest do 9000 rocznie. Jest to relatywnie dużo, ale widok palącego się samochodu należy do rzadkości, podczas gdy kolizje i wypadki drogowe są codziennością. Powyższa statystyka nie uwzględnia pożarów powstałych w trakcie zdarzeń drogowych.

Rys.1. Liczba pojazdów samochodowych w Polsce w latach 2007-2015 (opracowanie własne na podstawie [7])

Rys.2. Liczby pożarów pojazdów samochodowych w latach 2007-2016 (źródło: opracowanie własne na podstawie [7])

Główne przyczyny pożarów pojazdów samochodowych można podzielić na dwie główne grupy, a mianowicie:

- awaria układów technicznych pojazdu
- umyślne lub nieumyślne działanie człowieka (zaprószenie ognia, podpalenie).

Pozostaje tutaj jeszcze jeden aspekt który należy wziąć pod uwagę, a mianowicie wypadki i zdarzenia drogowe. W tej szczegól-

nej sytuacji z ratowniczego punktu widzenia należy założyć, że w każdym takim przypadku występuje zagrożenie pożarem.

Jednym z najważniejszych czynników, które wpłynęły w ostatnich latach na zmianę dynamiki i rozwoju pożaru w pojazdach jest wzrost obciążenia ogniowego. W konstrukcji przeciętnego pojazdu bezpośrednio przekłada się on na szybkość rozwoju pożaru oraz czas niezbędny do całkowitego spalenia palnych elementów jego wyposażenia. Rozwój nowych technologii, zastosowanie nowych materiałów, głównie tworzyw polimerowych, przyczynia się m.in. do zmniejszenia masy pojazdu i obniżenia zużycia paliwa. Z drugiej jednak strony materiały te przyczyniają się do zwiększenia udziału procentowego palnych elementów w masie całkowitej pojazdu. Konsekwencją tego jest stały wzrost obciążenia ogniowego w nowych konstrukcjach w porównaniu z wcześniejszymi modelami. W tabeli nr 1 przedstawiono wykorzystanie poszczególnych rodzajów polimerów w elementach konstrukcji pojazdów.

Tab. 1. Tworzywa polimerowe w konstrukcji pojazdów [3]

Element	Stosowane tworzywa polimerowe
zderzak, spoiler	PP, PP/PE PP/EPDM + talk
Ostona deski rozdzielczej	HCPP, PP, ABS/PC
obudowa i klosz reflektora	PC, ABS
zbiornik płynów	HDPE, PE
obudowa i klosz kierunkowskazów	ABS, PMMA, PC
plyty drzwiowe, osłony, kieszeń	PP, ABS, PP/PE
kanaly i kratki wentylacyjne	PP, HDPE, ABS, PC+ABS
nadkole	PP
kolpaki	ABS, PA
podstawa tablicy rejestracyjnej	PS, PP
wykładzina podłogowa i bagażnika	PP, PES, PE
listwa boczna	PP
części wewnętrzne	HCPP
półka tylna i przednia	PP, PP/EPDM, ABS
obudowa filtra powietrza	PP T, PP/EPDM
fotele	PUR elastyczna

gdzie: PP-polipropylen, PE – polietylen, ABS - kopolimer akrylonitrylo-butadieno-styrenowy, EPDM- termopolimer otrzymywany z monomerów etylenowo-propylenowo-dienowych, PC- poliwęglan, HCPP- utwardzany polipropylen, HDPE – utwardzany polietylen, PUR – poliuretan, PMMA- polimetakrylan metylu, PS - polistyren

Z punktu widzenia skuteczności gaśniczej pożary wyposażenia pojazdu zaliczane są do pożarów grupy A (substancje organiczne, których spalaniu towarzyszy ogień lub występuje żarzenie)

Rys.3. Rozkład wykorzystania tworzyw polimerowych w głównych elementach konstrukcji pojazdów [3]

Oprócz wyżej wymienionych palnych stałych materiałów konstrukcji w wyposażeniu w pojazdach występują różnorodne płyny eksploatacyjne. Większość tych płynów to ciecz palne. Nieszczelności lub uszkodzenia poszczególnych układów mogą doprowadzić do dostania się tych substancji w miejsca, gdzie występuje wysoka temperatura np. kolektor. W kontakcie z rozgrzaną powierzchnią może dojść do zapłonu tych substancji a w konsekwencji wywołać pożar. Należy mieć też na uwadze że podczas wypadku drogowego wszystkie ciecz mogą zostać uwolnione i ryzyko zapłonu bądź samozapłonu wzrasta. W trakcie wypadku może dojść równolegle do uszkodzenia instalacji elektrycznej, co powoduje dodatkowe ryzyko powstania pożaru cieczy palnych. Przykładem tutaj może być płyn chłodniczy, który jest uznawany za ciecz niepalną ale zawarty w nim glikol etylenowy już tak. Jego temperatura zapłonu wynosi około 110° C, a temperatura samozapłonu około 400 ° C. Podczas przegrzania silnika może dojść do odparowania wody z płynu chłodniczego i gromadzeniu się par glikolu zdolnych do zapłonu. Jednym z inicjatorów który może spowodować zapłon par może być iskra wewnątrz alternatora, uszkodzona izolacja itp. Olej przekładniowy, olej silnikowy, płyn hamulcowy czy płyn wspomagania kierownicy są cieczami palnymi, które po kontakcie z rozgrzaną powierzchnią mogą ulec zapaleniu.

Temperatury zapłonu i samozapłonu cieczy eksploatacyjnych w pojazdach wg NFPA 92 przedstawiono w Tabeli nr 2.

Z punktu widzenia skuteczności użytych środków gaśniczych pożary cieczy kwalifikuje się do grupy B.

Znacząca większość pożarów pojazdów samochodowych rozpoczyna się w komorze silnika. Badania przeprowadzone w skali rzeczywistej wykazały, że pożar potrzebuje przeciętnie 8 minut na przeniknięcie z przedziału silnikowego do przedziału pasażerskiego. W niektórych przypadkach podczas prowadzonych testów w skali naturalnej 1 uzyskano czas w przedziale między 2–4 minuty. Czas w granicach ok. 5 minut na przeniknięcie pożaru z przedziału silnika do przedziału pasażerskiego odnotowano również podczas badań na licznej grupie pojazdów opisanych przez L. S. Cole [2].

Tab. 2. Parametry pożarowe cieczy palnych w pojazdach [4]

Rodzaj cieczy	Temp. zapłonu [°C]	Temp. samozapłonu [°C]
Benzyna	-45 do - 40	257-280
Olej napędowy	38-62	254-260
Płyn hamulcowy	110-171	300-319
Płyn wspomagania	175-180	360-382
Olej silnikowy	200-280	340-360
Olej skrzyni biegów	150-280	330-382
Glikol etylenowy (płyn chłodniczy)	110-127	398-410
Glikol propylenowy (płyn chłodniczy)	93-107	371-421
Metanol (płyn do spryskiwaczy)	11-15	464-484

W wielu przypadkach rozwinęty pożar może zagrażać sąsiednim pojazdom, budynkom i innym obiektom budowlanym.(rys. nr 4).

Występuje tutaj duże oddziaływanie termiczne. Według National Institute of Standards and Technology (NIST), średnia moc pożaru pojazdu to ok. 2-5 MW po około 10 minutach od jego rozpoczęcia. Potwierdzają to również testy przeprowadzone w ramach projektu Eureka 499 „Firetun” [1].

Rys. 4. Pożar samochodu osobowego w fazie rozwiniętej (źródło: www.youtube.com)

W przypadku autobusów pożar stanowi zagrożenie dla wielu osób. Jak podają statystyki NFPA i SP Technical Research Institute [4]:

- 10% wszystkich autobusów jest narażona na pożar w trakcie swojej eksploatacji
- w Niemczech, co roku notuje się 350 - 400 pożarów autobusów.
- liczba pożarów w autobusach w wielu krajach niemal podwoiła się w ciągu ostatnich 10 lat.
- ponad 70% wszystkich pożarów autobusów rozpoczyna się w przedziale silnikowym.

2. RODZAJE AUTOMATYCZNYCH SYSTEMÓW GAŚNICZYCH

W skład każdego automatycznego systemu gaśniczego stosowanego w pojazdach wchodzi następujące elementy:

- zbiornik na środek gaśniczy,
- elementy uruchamiające wyzwolenie środka gaśniczego (zawory),
- elementy detekcyjne automatyczne,
- elementy podające środek gaśniczy na pożar (dysze).

W wielu rozwiązaniach uruchomienie podawania środka gaśniczego może nastąpić także ręcznie w sposób mechaniczny lub elektryczny. W zależności od rodzaju użytego środka gaśniczego systemy można podzielić na:

- gazowe,
- proszkowe i aerozolowe,
- pianowe i roztwory wodne.

Należy tutaj zwrócić uwagę na fakt, że podstawowym zadaniem większości systemów gaśniczych jest powstrzymanie przed rozwojem pożaru, jego stłumienie we wczesnej fazie i doprowadzenie do sytuacji, w której wystąpi możliwość dogaszenia go ręcznie. Po zadziałaniu tego typu systemu gaśniczego po automatycznym gaszeniu zalecana jest interwencja służb ratowniczych w celu zwerifikowania skuteczności gaśniczej i ewentualnego dogaszenia.

URZĄDZENIA GAZOWE

Gazowe środki gaśnicze to substancje, które docierają do płomienia i oddziałują na niego w fazie gazowej. W zależności od rodzaju oddziaływania gazu gaśniczego można je podzielić w następujący sposób:

- gazy obojętne - działają wyłącznie fizycznie na płomień,
- zamienniki halonów - działają głównie fizycznie i częściowo chemicznie,

- halony – działają przede wszystkim chemicznie i częściowo w sposób fizyczny (obecnie wycofane ze stosowania jako środki gaśnicze).

Rys. 5 Stężenie gaszące płomień dyfuzyjny n - heptanu [5]

Stosowanie gazów gaśniczych polega na bezpośrednim gaszeniu płomienia jak również przeciwdziałaniu rozwojowi spalania płomieniowego. To drugie zastosowanie to inertowanie, ponieważ powietrze z odpowiednią ilością dodatku gazu gaśniczego nie podtrzymuje spalania. Dla danego gazu stężenia gaszące płomień i stężenie inertujące różnią się od siebie. Zobrazowano to na rys. nr 5, gdzie podano stężenia gaszące pożar n-heptanu. Na rys. 6 przedstawiono przykład rozwiązania stosowanego w pojazdach osobowych.

Najbardziej uproszczonym rozwiązaniem systemu gaśniczego jest połączenie w jednym zbiorniku gazu gaśniczego oraz części wyzwalającej

Rys. 6. System gazowy na bazie węża poliamidowego [9]

System zbudowany jest z węża poliamidowego o średnicy 18 mm wypełnionego pod stałym ciśnieniem 5 bar czystym środkiem gaśniczym FM-200 (zamiennik halonu). Pod wpływem oddziaływania temperatury i płomienia w miejscu największego naprężenia cieplnego wąż poliamidowy przepala się uwalniając pod ciśnieniem środek gaśniczy podając go bezpośrednio do pożaru. Mechanizm gaszenia polega głównie na zdolności środka do oddziaływania chemicznego z płomieniem oraz na absorbowaniu ciepła. Jego parametry techniczne podano poniżej:

- masa środka gaśniczego – 0,5kg,
- rodzaj środka gaśniczego - FM-200,
- długość – 0,21 m,
- średnica - 18 mm,
- ciśnienie robocze – 0,5 MPa,
- ciśnienie przy temp. 100 °C – 1,5 MPa,
- max chroniona kubatura - 1,00 m³.

Rozwiązanie to charakteryzuje się prostą konstrukcją i tym samym dużą niezawodnością działania. Stroną ujemną jest stosunkowo niska ilość gazu gaśniczego.

Kolejnym przykładowym rozwiązaniem jest układ bardziej złożony o nazwie „Aktywna Linia Samogasząca” (rys. nr7). Jest to urządzenie oparte na bazie zamiennika halonu FE-36TM. W skład systemu wchodzi:

- zbiorniki ze środkiem gaśniczym,
- uchwyty do mocowania zbiorników,
- krańcowy wyłącznik ciśnieniowy,
- przewód polimerowy.

W zbiorniku magazynowany jest środek gaśniczy (gaz FE-36TM) pod ciśnieniem 1,2 MPa. Zbiorniki mocowane są za pomocą uchwytów. Zbiornik zakończony jest głowicą wyposażoną w manometr oraz krańcowy wyłącznik ciśnieniowy.

Istotą działania Aktywnej Linii Samogaszącej jest detektor ciepła, który ma postać przewodu ciśnieniowego wykonanego ze specjalnego polimeru. Przewód ten połączony jest ze zbiornikiem zawierającym środek gaśniczy: gaz FE-36TM (hexafluoropropan – zamiennik halonu 1211). Rozprowadzony równomiernie wewnątrz zabezpieczanej przestrzeni przewód tworzy opłot, który pęka w miejscu przegrzania czy zapłonu. Pęknięcie powoduje natychmiastowe uwolnienie środka gaśniczego bezpośrednio w kierunku ognia i przerwanie procesu spalania we wczesnej fazie rozwoju.

W momencie zadziałania systemu (po przepaleniu przewodu polimerowego) następuje spadek ciśnienia w urządzeniu, w wyniku czego dochodzi do przełączenia zestyków wyłącznika krańcowego. Zadziałanie krańcowego wyłącznika ciśnieniowego jest monitorowane przez nadrzędny system.

a)

b)

Rys. 7. Przykład zastosowania urządzenia gazowego w komorze silnika, a) kompletne urządzenie w komorze silnika, b) zbiornik ze środkiem gaśniczym i zaworem ciśnieniowym [10]

Gazowe urządzenia gaśnicze po zadziałaniu nie powodują skutków ubocznych w postaci wtórnych uszkodzeń zespołów elektrycznych, elektronicznych i mechanicznych. Dla pełnej skuteczności działania gazu gaśniczego konieczny jest jego utrzymanie w wymaganym stężeniu przez określony czas. O ile w przypadku przestrzeni zamkniętych nie stwarza to problemu, to przy niektórych rozwiązaniach szczelność ta może być trudna do osiągnięcia. Zbyt wczesne otwarcie pokrywy komory silnika może spowodować zjawisko kominowe i zwiększenie efektu rozszczelnienia. Skutkować może to nawrotem procesu spalania szczególnie materiałów stałych (pożar grupy A), które ulegają spalaniu bezpłomieniowemu.

Wyżej przedstawiony system gaśniczy charakteryzuje się następującymi parametrami:

- konieczny czas utrzymania stężenia gaśniczego 10 min.
- stosowany środek gaśniczy FE-36TM,
- długość przewodu polimerowego 5, 10 lub 15 mb.
- temperatura pęknięcia polimeru (linii detekcyjnej) $\approx 110^{\circ}\text{C}$.

URZĄDZENIA PROSZKOWE I AEROZOŁOWE

Proszki są to bardzo drobno zmielone substancje stałe, zwykle proste sole nieorganiczne, wykazujące oddziaływanie chemiczne na płomień. Należy podkreślić, że wprowadzając obłok składający się z bardzo drobnych ziarenek ciała stałego w większości przypadków przebieg spalania zostanie zakłócony. Proszki wyprodukowane ze składników specjalnie do tego przeznaczonych są znacznie skuteczniejsze, ich stężenie potrzebne do ugaszenia płomienia nie przekracza $0,1 - 0,5 \text{ kg/m}^3$, w zależności od rodzaju proszku. Obecnie na rynku można spotkać proszki przeznaczone do gaszenia pożarów grupy B, C oraz A,B i C a także proszki dedykowane wyłącznie do pożarów grupy D.

Aerозole gaśnicze to zbiór drobnych cząsteczek w stanie stałym bądź ciekłym, zawieszonych w środowisku gazowym. Ten środek gaśniczy składa się z niewielkich cząsteczek o średnicy od 0,4 do 4 mikronów i fazy gazowej tworzonej w wyniku procesu spalania materiału wyjściowego, którym jest ciało stałe. W każdym układzie dyspersyjnym występuje granica faz, warunkującą możliwość wyróżnienia fazy rozproszonej, oraz fazy rozpraszającej, która otacza i oddziela od siebie cząstki fazy rozproszonej. Obecnie stosowane aerozole są zbiorem drobnych cząsteczek (soli potasowych) zawieszonych w środowisku gazowym. Systemy gaśnicze wykorzystujące aerozole oferują unikalną metodę gaszenia pożaru poprzez odparowanie, a następnie kondensację środka gaśniczego i jego chemiczne oddziaływanie z płomieniem. W praktyce aerozol jest formą dymu. Aerозole są efektywnymi substytutami gazów gaśniczych. Dużą zaletą stosowania systemu aerозolowego są znacznie mniejsze rozmiary generatorów gaśniczych w porównaniu do zbiorników z innymi środkami gaśniczymi. Aerozol jest bezpieczny dla ludzi, sprzętu, a także ma neutralny wpływ na środowisko i warstwę ozonową. W przypadku stosowania aerозoli w systemach gaśniczych pojazdów samochodowych aerozol tworzony jest w procesie pirotechnicznego spalania materiału stałego w samym generatorze gaśniczym.

Na rys. 8 porównano skuteczność gaśniczą różnych środków w odniesieniu do przerwania procesu spalania płomieniowego.

Rys. 8. Porównanie skuteczności gaśniczej różnych środków [5]

Ilustracje pokazane na rys.9 i 10 przedstawiają zastosowanie systemów gaśniczych proszkowych w komorze silnika autobusu.

Rys. 9. Przykład aplikacji systemu proszkowego w komorze silnika [10]

Rys. 10. Elementy systemu proszkowego [10]

Na rysunku nr 11 przedstawiono elementy składowe systemu na bazie aerozoli gaśniczych

System aerozolowy przedstawiony na rys. 11 składa się z:

- układu kontrolnego, wyposażonego w sygnalizację akustyczną o zagrożeniu,
- kabla termoczułego jako elementu detekcyjnego,
- generatora lub kilku generatorów aerozolu gaśniczego.

Układ kontrolny monitoruje kabel termoczuły. W przypadku wykrycia znamion pożaru uruchamia w sposób elektryczny sterowanie pirotechnicznego odpalenia generatorów aerozolowych.

Rys. 11. Elementy systemu aerozolowego (Model PAK0346) [8]

Na rys. 12 pokazano miejsce zainstalowania przycisków kontrolnych i uruchamiających urządzenie gaśnicze w pulpicie sterującym kierowcy autobusu.

Rys. 12. Przyciski sterowania urządzeniem gaśniczym w pulpicie sterowniczym kierowcy autobusu [8]

URZĄDZENIA PIANOWE

Piany wytwarzane z wodnych roztworów środków pianotwórczych są jednym z najważniejszych środków gaśniczych stosowanych obecnie w ochronie przeciwpożarowej. Podstawowym obszarem zastosowania pian gaśniczych jest gaszenie pożarów i zabezpieczenie rozlewisk cieczy palnych, przede wszystkim paliw ropopochodnych. Coraz częściej jednak stosuje się także piany do gaszenia pożarów stałych materiałów palnych oraz do zabezpieczania nieobjętych spalaniem materiałów przed działaniem ciepła pożaru. Gaśnicze działanie piany polega na wykorzystaniu jej właściwości tłumiących i chłodzących. Przez pokrycie płonących materiałów warstwą piany następuje odcięcie dopływu utleniacza do wydobywających się w strefie palenia łatwopalnych par i gazów, a także chłodzenie wskutek odparowania wody wykraplającej się z piany.

Z punktu widzenia struktury możemy wyróżnić piany:

- lekkie,
- średnie,
- ciężkie,

Rodzaj piany określa się za pomocą tzw. liczby spienienia L_s .

Środki pianotwórcze mogą się różnić budową oraz składem chemicznym, a piany z nich wytworzone mogą mieć różne właściwości. Do wytworzenia pian lekkich i średnich nadają się wyłącznie środki pianotwórcze typu S, charakteryzujące się najlepszymi zdolnościami zwilżającymi. Środki pianotwórcze typu S i klasy A (środki pianotwórcze mające lepsze własności penetracyjne stałych materiałów palnych) można stosować w przypadku pożarów grupy A.

Będą one wykazywały lepszą przyczepność do pionowych czy hydrofobowych powierzchni. Stosowanie piany klasy A przy gaszeniu pożarów w obiektach jest jedną z najnowszych technologii stosowanych w pożarnictwie. Środki pianotwórcze proteinowe przeznaczone są do wytwarzania pian ciężkich, cechują się większą odpornością termiczną, będą jednak całkowicie nieprzydatne w przypadku konieczności poprawienia zdolności zwilżania [6]. Pianę gaśniczą można wytworzyć tradycyjnie oraz w systemach piany sprężonej CAFS¹. Podczas stosowania tradycyjnych pian wymagane jest użycie stosunkowo wysokiego stężenia dozowania środków pianotwórczych. Natomiast przy systemie CAFS wykorzystywane są niższe stężenia w porównaniu do konwencjonalnych metod. Zasada działania systemu pianowego na sprężone powietrze polega na wymieszaniu koncentratu pianotwórczego i wody oraz energicznym spienianiu roztworu przez powietrze. W systemach CAFS wodny roztwór środka pianotwórczego tłoczony jest przez pompę, a powietrze włączane jest przy pomocy sprężarki. W tej fazie powietrze i roztwór przepływają przez komorę w postaci piany, która przetłaczana jest węzami do prądownicy. Istotnym jest, aby ciśnienie tłoczonego roztworu było równe ciśnieniu powietrza. Równoważenie tych parametrów odbywa się automatycznie. Wielu producentów systemów CAFS poleca wyłącznie swoje środki pianotwórcze do systemów piany suchej i deklaruje zalecane stężenie dozowania 1 % (stosowane stężenia w tradycyjnych systemach wynoszą 3 % i 6 %, rzadziej 1 %). W przypadku systemów piany sprężonej istnieje możliwość zastosowania prawie każdego środka pianotwórczego, nawet z systemów konwencjonalnych. W urządzeniach piany sprężonej wykorzystanie dużej energii mieszania roztworu umożliwia użycie niższego stężenia, jednak nie tak niskiego jak w przypadku klasycznych środków pianotwórczych klasy A. Za dużą zaletę systemu CAFS należy uznać możliwość regulowania liczby spienienia, realizowaną poprzez zmianę ilości wody. Piana sprężona jest dużo sztywniejsza oraz trwalsza i nie spływa tak szybko, jak piana konwencjonalna z pionowych powierzchni [1].

Na rys. 13 przedstawiono urządzenie pianowe stosowane obecnie w bolidach i samochodach startujących w wyścigach.

Rys. 13. Elementy składowe automatycznego urządzenia gaśniczego pianowego[11]

Konstrukcja butli wykonana z aluminium zapewnia niską wagę a zastosowany środek gaśniczy typu AFFF tworzy tzw. „film wodny”, przez co znacznie zwiększa się skuteczność gaśnicza wytworzonej piany. Niżej przedstawiono podstawowe parametry i elementy składowe systemu.

Waga całkowita systemu: **4,3kg**

- długość butli: **245mm**
- średnica butli: **160mm**.
- W skład systemu wchodzi:
- 1x zbiornik ze środkiem pianotwórczym 2.8,
- 1x mocowanie butli paskowe, wykonane ze stali nierdzewnej,
- 2x adapter Anti-Torpedo (CD/311/S-AT),
- 2x 4 mb. węża aluminiowego (CD/323/A),
- 6x dysza (CD/393),
- 1x trójnik T (CD/390),
- 4x złącza T (CD/392),
- 2x złącza L (CD/391),
- 1x centrala systemu gaśniczego (CD/398),
- 1x wiązka przewodów elektrycznych (X/363/CAB/CAV),
- 1x włącznik zewnętrzny (EA/467),
- 1x osłona włącznika zewnętrznego (X/181493),
- 2x naklejki bezpieczeństwa "E" (X/8)

PODSUMOWANIE

W obecnej chwili na rynku oferowanych jest wiele rozwiązań w zakresie automatycznych systemów gaszenia. Rozwój technologii środków gaśniczych umożliwia dobór skutecznego środka w zależności od materiału ulegającego spalaniu, przewidywanego rozwoju i rozprzestrzeniania pożaru. Z pożarowego punktu widzenia pojazd jako całość jest zbiorem materiałów palnych o charakterystyce pożarowej określonej jako pożary typu A (materiały stałe spalające się bezpłomieniowo) oraz pożary typu B (ciecz palne).

Na podstawie przeprowadzonej analizy można sformułować następujące wnioski:

- Podstawową rolą automatycznych systemów gaśniczych w pojazdach jest przede wszystkim ugaszenie lokalnego pożaru pojazdu (najczęściej w komorze silnika) we wczesnej fazie jego rozwoju. Analizowane systemy gaśnicze ze względu na ilość zmagazynowanego środka gaśniczego oraz zakres ochrony urządzeniem w wielu przypadkach nie gwarantują pełnego ugaszenia pożaru. Rolę tych systemów w większości przypadków można określić jako zapobiegawczą przed rozwojem pożaru. Zadziałanie tych systemów może zapewnić czas na przeprowadzenie bezpiecznej ewakuacji ludzi z pojazdów, co nie jest bez znaczenia w przypadku autobusów, oraz w sytuacjach wypadku drogowego. W każdym przypadku zakończenie całości działań gaśniczych powinno być przeprowadzone przez straż pożarną.
- Środki gaśnicze gazowe oraz aerozolowe są nazywane „czystymi środkami gaśniczymi”. Oznacza to, że po ich wyzwoleniu w chronionym obszarze nie występuje szkodliwe dla urządzeń działanie substancji gaszącej. Jednakże istotnym ograniczeniem jest ich skuteczność gaśnicza w przypadku zaistnienia pożarów grupy A (pożary ciał stałych). Większość środków gaśniczych gazowych i aerozolowych przeznaczona jest do zastosowania w przypadku pożaru typu B. Z praktycznego punktu widzenia w przypadku pożaru ciał stałych (polimerów) te środki gaśnicze spowodują zatrzymanie spalania płomieniowego, jednakże proces tlenia może nie zostać zatrzymany. Kolejnym aspektem, który należy wziąć pod uwagę przy doborze systemu gaśniczego, to w przypadku gazów i aerozoli, konieczność zapewnienia przez określony czas stężenia gaśniczego w chro-

¹ CAFS – Compressed Air Foam System

nionym obszarze. Może to być trudne do zrealizowania w sytuacji wypadku drogowego oraz w przypadku niewłaściwie prowadzonej akcji gaśniczej.

- W urządzeniach gaśniczych proszkowych powinno stosować się proszki przeznaczone do gaszenia pożarów grupy A i B. Dotyczy to także przenośnych gaśnic samochodowych. W przypadku zastosowania proszku nie występuje konieczność zapewnienia szczelności układu. Wyzwolenie urządzenia proszkowego pozostawia proszek na gaszonych elementach, co w wielu przypadkach umożliwia przerwanie procesu spalania bezpłomieniowego materiałów stałych.
- Systemy gaśnicze pianowe cechuje skuteczność gaśnicza w przypadku zaistnienia pożarów grupy A i B. Dodatkowym atutem piany jako środka gaśniczego są jej właściwości chłodzące. Zastosowanie technologii urządzeń CAFS ogranicza rozmiary zbiorników na środek gaśniczy. Skuteczność tych rozwiązań potwierdza praktyka stosowania w bolidach F1.

Podsumowując należy zauważyć, że podczas doboru urządzenia gaśniczego powinno się przeanalizować ww. elementy. Nie bez znaczenia jest także aspekt doboru ilości zastosowanego środka gaśniczego do zabezpieczenia pojazdu. W niektórych przypadkach zastosowanie typowego rozwiązania może okazać się nieskuteczne ze względu na zbyt małą jego ilość lub prognozowane jego ubytki. Ze względu na brak norm i standardów projektowych w tym zakresie właściwy dobór ilościowy i jakościowy środków gaśniczych oparty powinien zostać na bazie indywidualnej inżynierskiej analizy projektowej stanowiącej kompromis pomiędzy skutecznością urządzenia a kosztami jego zastosowania i utrzymania.

BIBLIOGRAFIA

1. Carvel R.: The history and future of fire tests. Tunnels and Tunneling International, 1st November 2002
2. Cole L.S.: *Investigation of motor vehicle fires, Fourth Edition*, Lee Books, San Anselmo.-March, 2001
3. Kulawik A, Machnicka-Hławiczka M, Mamos J, Steinhoff J., *Recykling odpadów tworzyw sztucznych pochodzących ze zużytych samochodów*, Główny Instytut Górnictwa w Katowicach. Publikacja opracowana w ramach projektu pt. „materiały polimerowe” 2010.
4. NFPA 921: *The Guided for Fire and Investigation*. FL 2006.
5. Mizerski A, Sobolewski M, *Środki gaśnicze ćwiczenia laboratoryjne* SGSP, Wydawnictwo SGSP, Warszawa 1997r.
6. Mizerski A, Sobolewski M, Król B, *Zastosowanie pian do gaszenia pożarów*. Wydawnictwo SGSP, Warszawa 2005
7. <http://www.stat.gov.pl>
8. <http://www.systemy.gaśnicze.pl>
9. <http://www.jutom.pl>
10. <http://www.pliszka.pl>
11. <http://www.rallyshop.pl>

Analysis of solutions of automatic exhaust systems for car vehicles

The article contains an analysis of the solutions of automatic fire extinguishing systems used in motor vehicles. Automobile vehicle fires do not occur as often as fires in buildings, but in the event of such a situation pose a threat to people and the environment. The motor vehicle is a conglomerate of combustible materials such as fuel, other combustible liquids and solid equipment materials such as polymers and other plastics. The article is an attempt to systematize and analyze currently used extinguishing devices. The analysis includes used extinguishing media and a review of selected technical solutions of individual systems.

Autor:

dr inż. **Andrzej Marciniak** – Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Zakład Ratownictwa Technicznego

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2018.055

Data zgłoszenia: 2018.05.21 Data akceptacji: 2018.06.15